

Obvladovanje tveganj na področju neionizirajočih sevanj

Obvladovanje tveganj na področju neionizirajočih sevanj zajema širok spekter interdisciplinarnih znanj. Poleg poznavanja področij širjenja elektromagnetnih valov zajema najmanj še področje medicine in varstva pri delu.

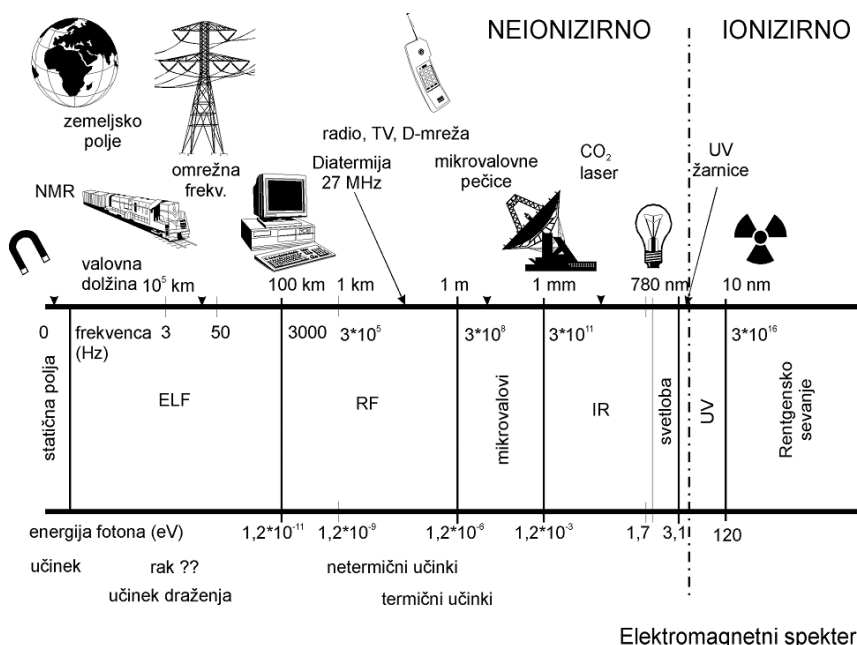


1 Uvod

V glavnem elektromagnetna sevanja delimo na tri frekvenčna področja: statično magnetno polje (0 Hz), nizkofrekvenčna elektromagnetna sevanja (5 Hz-100 kHz) in visokofrekvenčna elektromagnetna sevanja (100 kHz-300 GHz).

2 Zakonodaja na področju meritev elektromagnetnih sevanj

V Republiki Sloveniji trenutno nimamo predpisa, ki bi določal mejne ali opozorilne vrednosti elektromagnetnih polj, ki so jim lahko izpostavljeni delavci na delovnih mestih. Edina veljavna predpisa, ki urejata področje elektromagnetnih polj oziroma sevanj v



Avtor:

mag. Tom Zickero,
univ. dipl. inž. el.

ZVD Zavod za varstvo pri delu d. d.
Chengdujska cesta 25
1260 Ljubljana Polje

Slika 1: Celoten frekvenčni spekter

Republiki Sloveniji, sta Uredba o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju in Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu za vire elektromagnetnega sevanja ter o pogojih za njegovo izvajanje. Vendar pa se nanašata le na področje naravnega in življenjskega okolja, kar pomeni, da se ne dotikata področja obremenitve delovnih mest z elektromagnetnimi polji.

26. junija 2013 je Evropska unija izdala direktivo 2013/35 (v nadaljnjem besedilu direktiva), ki govori o minimalnih zdravstvenih in varnostnih zahtevah v zvezi z izpostavljenostjo delavcev tveganjem, ki nastajajo zaradi fizikalnih dejavnikov (elektromagnetnih sevanj). Države članice morajo sprejeti zakone in druge predpise, potrebne za uskladitev s to direktivo, do 1. julija 2016.

Prav tako Zakon o varnosti in zdravju pri delu (Ur. list RS, št. 43, 2011) pravi: delodajalec je dolžan zagotoviti varnost in zdravje delavcev v zvezi z delom. V ta namen mora delodajalec izvajati ukrepe, potrebne za zagotovitev varnosti in zdravja delavcev, vključno s preprečevanjem nevarnosti pri delu, obveščanjem in usposabljanjem delavcev, z ustrezno organiziranostjo ter potrebnimi materialnimi sredstvi. Delodajalec je dolžan izvajati take preventivne ukrepe in izbirati take delovne in proizvodne metode, ki bodo zagotavljale večjo stopnjo varnosti in zdravja pri delu ter bodo vključene v vse aktivnosti delodajalca in na vseh organizacijskih ravneh.

Če delodajalec prenese strokovne naloge na področju varnosti in zdravja pri delu na strokovnega delavca ali strokovno službo, ga to ne odvezuje odgovornosti na tem področju. Obveznosti delavcev na področju varnosti in zdravja pri delu ne vplivajo na načelo odgovornosti delodajalca.

2.1 Direktiva 2013/35

Osnovne značilnosti direktive:

- direktiva se nanaša na tveganje za zdravje in varnost delavcev zaradi znanih kratkoročnih škodljivih vplivov na zdravje (na podlagi kratkoročnih škodljivih vplivov na zdravje so tudi določene mejne vrednosti elektromagnetnih polj);
- direktiva ne obravnava domnevnih dolgoročnih vplivov izpostavljenosti elektromagnetnim poljem in tveganj, ki so posledica stika z aktivnimi prevodniki.

V nadaljevanju bodo podane le nekatere obveznosti delodajalcev, ki jih določa direktiva 2013/35.

2.1.1 Obveznosti delodajalca Ocenjevanje tveganj in ugotavljanje izpostavljenosti

1. Delodajalec oceni vsa tveganja za delavce, ki izhajajo iz elektromagnetnih sevanj na delovnem mestu, in po potrebi izmeri ali izračuna ravni elektromagnetnih sevanj, ki so jim izpostavljeni delavci.
2. Pri izdelavi ocene tveganja delodajalec opredeli in oceni elektromagnetna sevanja na delov-

nem mestu in pri tem upošteva ustrezne praktične smernice in druge zadevne standarde ali smernice, ki jih zagotovi zadevna država članica, tudi podatkovne zbirke o izpostavljenosti. Ne glede na njegove obveznosti lahko delodajalec po potrebi upošteva tudi ravni emisij in druge ustrezne podatke za zagotavljanje varnosti, ki jih za opremo zagotovi proizvajalec ali distributer v skladu z zadevnim pravom Evropske unije, vključno z oceno tveganj, če se nanaša na izpostavljenost na delovnem mestu ali kraju namestitve opreme.

3. Če na podlagi zlahka dostopnih informacij ni mogoče zanesljivo ugotoviti, ali so mejne vrednosti izpostavljenosti upoštevane, se ocenjevanje izpostavljenosti izvede na podlagi meritev ali izračunov.
4. Pri izvajanju ocene tveganja je delodajalec pozoren zlasti na naslednje:
 - mejne vrednosti izpostavljenosti za vplive na zdravje, mejne vrednosti izpostavljenosti za vplive na čutila in opozorilne vrednosti;
 - frekvenco, raven, trajanje in vrsto izpostavljenosti, vključno s porazdelitvijo po telesu delavca in prostoru delovnega mesta;
 - vse neposredne biofizikalne vplive;
 - vse vplive na varnost in zdravje posebno ogroženih delavcev, predvsem delavcev, ki nosijo aktivne ali pasivne me-

- dicinske vsadke, kot so srčni spodbujevalniki, delavcev z medicinskimi napravami, ki se nosijo na telesu, kot so inzulinske črpalke, in nosečnic;
- vse posredne vplive;
 - obstoj nadomestne opreme, načrtovane za zmanjšanje ravni izpostavljenosti elektromagnetnim sevanjem;
 - ustrezne informacije, pridobljene med zdravstvenim nadzorom;
 - informacije, ki jih zagotovi proizvajalec opreme;
 - druge zadevne informacije na področju varnosti in zdravja;
 - sočasno izpostavljenost več virom elektromagnetnih sevanj;
 - sočasno izpostavljenost virom elektromagnetnih sevanj različnih frekvenc.

3 Postopek ocenjevanje tveganja

Standard SIST EN 50499:2009 z naslovom Postopki ocenjevanja izpostavljenosti delavcev elektromagnetnim sevanjem predstavlja osnovni standard za izdelavo ocene tveganja. Iz algoritma (tabela 1) je razviden proces izdelave ocene tveganja za posamezen vir sevanja.

Osnova za določitev ocene tveganja predstavlja način vrednotenja posameznega vira sevanja. V standardu SIST EN 50499:2009 so v tabeli 1 našteje naprave, ki zagotovo ne povzročajo čezmer- nih obremenitev z elektromagnetnimi polji in zaradi tega niso potrebne posebne ocene oziro-

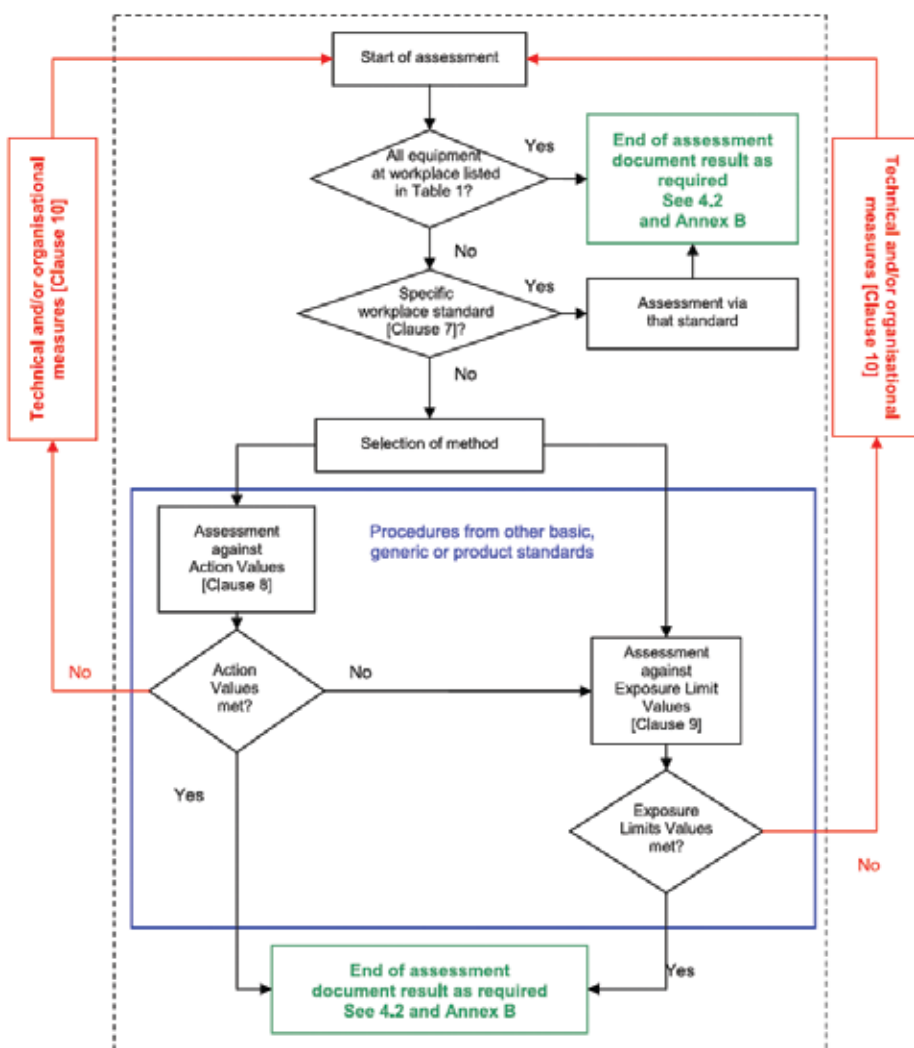


Tabela 1: Algoritem za izdelavo ocene tveganja za vir EMS

ma meritve. V tabeli 2 so našteje naprave, ki zahtevajo določeno nadaljnjo obravnavo glede obremenitve zaposlenih z elektromagnetnimi polji.

Ocena tveganja je sestavni del izjave o varnosti, s katero delodajalec izjavlja, da izvaja vse ukrepe za zagotovitev varnosti in zdravja pri delu. Ocena tveganja ne predstavlja enkratnega izdelka, temveč zahteva revidiranje ob bistvenih spremembah delovnega procesa, vpeljavi nove tehnologije, spremembi zakonodaje, delovni nesreči itd.

3.1 Izvedba meritev elektromagnetnih sevanj

Izvedba meritev elektromagnetnih sevanj poteka v merilnih točkah na delovnih mestih, kjer so zaposleni najbolj obremenjeni z viri elektromagnetnih sevanj. Naj navedemo le nekaj tipičnih virov elektromagnetnih sevanj, ki lahko povzročajo visoke vrednosti elektromagnetnih polj:

- talilne peči,
- uporovni točkovni varilni aparati,
- indukcijske peči,
- lepljenje ali stiskanje lesa z viso-



Slika 2: Primer UV-, IR- in nizkofrekvenčnih elektromagnetnih sevanj



Slika 3: Delo na višini pred antenami baznih postaj

kofrekvenčnim elektromagnetnim sevanjem,

- delo v bližini RTP,
- delo na stolpu pred vključenimi antenami radijskih sistemov (FM-postaje, mobilni operaterji, UKV in UHF-antene),
- neposredno nahajanje pred radarskim signalom (vojska).

Vsekakor je poleg dela v okolici vira elektromagnetnih sevanj treba upoštevati še naslednje specifične lastnosti posameznega delovnega procesa:

- dostop do lokacij radijskih sistemov je v ruralnih območjih otežen in zahteva ustrezno prevozno sredstvo in zaradi varnosti delo v ekipi (običajno sta zaradi varnosti v ekipi vsaj dva posameznika);
- delo na višini (velja za posameznike, ki montirajo antenske sisteme oziroma vodnike daljnovodov), delo na strehi;
- prisotnost UV- in IR-sevanj (sevalni in toplotni viri – indukcijske in elektroobločne peči).

3.2 Postopek meritve elektromagnetnih sevanj

V skladu s prej navedenim algoritmom se meritve elektromagnetnih sevanj opravljajo v skladu s standardom za specifično proizvodno opremo. Prav tukaj pa naletimo na kopico težav, saj evropska direktiva 2013/35 za zdaj še ne opredeljuje metodologije meritev posameznega tipa naprav. Metodologija meritev transformatorske naprave (kontinuiran vir sevanja, ki svoje vrednosti spreminja v odvisnosti od trenutne obremenitve transformatorja) se močno razlikuje od meritev sevanj uporabnih točkovnih varilnih aparatov (izredno močen pulzni vir sevanj, dolžina pulza le nekaj milisekund). Če dodamo k temu, da se tudi tehnologije posameznih postopkov dela s časom spreminjajo (sodoben proces točkovnega uporabnega varjenja poteka po t. i. enosmernem procesu varjenja (enosmernemu pulzu je superponiran izmeničen signal), pridemo do zelo zapletene situa-

cije glede pravilne izbire merilne opreme, metodologije in standarda, po katerem naj se izmerjene vrednosti vrednotijo.

Prav zato je izredno pomembno široko znanje merilne ekipe, ki lahko v okviru trenutnih možnosti izpelje konkretne meritve za posamezen vir sevanj. Kljub temu bo za natančno podajanje merilnih rezultatov treba počakati na sprejetje metodologije meritev (standarde) za posamezne vire sevanj in temu primerno izvajati nadaljnje ukrepe.

3.3 Osebna dozimetrija

Za tipične naprave je zelo priporočljivo meritve opraviti s pomočjo osebnih dozimetrov, ki neprestano merijo vrednosti nizko- in visokofrekvenčnih elektromagnetnih polj. Osebni dozimeter je naprava, ki se jo nosi za pasom ali postavi na delovno mesto in tako v daljšem časovnem obdobju kontinuirano meri vrednosti elektromagnetnih polj. Uporabo nizkofrekvenčnih osebnih dozimetrov priporočamo zla-



Slika 4: Točkovno uporovno varjenje

sti v naslednjih primerih:

- postavitve novih delovnih mest v bližini vira sevanj (zaposleni lahko sami naredijo mrežo sevanj na tlorisu podjetja in si delovna mesta postavijo tam, kjer je sevanj najmanj – denimo pri prostorih, ki so nad transformatorsko postajo);
- pri meritvah na terenu se lahko pojavi nezaupanje v merilne instrumente, merilca itd. S pomočjo osebne dozimetra se zaposleni lahko sam prepriča, da so bile vrednosti elektromagnetnih polj korektno izmerjene (osebni dozimeter lahko denimo približa večjemu viru sevanj in se sam prepriča, da se izmerjena vrednost ustrezno spremeni);
- priporočamo uporabo visokofrekvenčnega dozimetra pri delu na antenskem stolpu;
- točkovne meritve potekajo le nekaj minut v izbrani merilni točki. Osebni dozimeter lahko daljše časovno obdobje meri sevanja v isti merilni točki. Na

tak način se lahko prepričamo, da večjih nihanj sevanj v izbranem merilnem mestu ni.

Opozoriti je treba, da tako kot se merilni instrumenti ločijo za posamezno merilno območje, tako se tudi dozimetri ločijo za nizko- in visokofrekvenčno merilno območje.

3.4 Računski model vrednotenja elektromagnetnih polj

Računski model vrednotenja elektromagnetnih polj za delovna mesta ni ravno pogost, je pa za določene primere vsekakor mogoč. Običajno uporablja predpostavitev vira sevanja v naravno okolje (umestitev bazne postaje, transformatorske postaje oziroma daljnovoda v okolje).

Kljub temu bi avtor rad opomnil, da se da določen izračun uporabiti tudi za določitev obremenitve delovnih mest z elektromagnetnimi polji. V nadaljevanju so prikazane skice nekaterih možnih primerov.

3.5 Zaščitni ukrepi

Na področju obremenitev delovnih mest z elektromagnetnimi polji poznamo kar nekaj osnovnih načel previdnostnega pristopa. Ti so predvsem naslednji:

- če je možno, se vrednosti elektromagnetnih sevanj začnejo zniževati pri izvoru sevanj (pri stroju);
- sevanja upadajo s kvadratom razdalje, zato je zelo pomemben čim večji odmik od vira sevanj (predvideti avtomatizacijo določenih procesov dela, da ni več nepotrebnega posega zaposlenega);
- uklanjanje sevanj oziroma postavljanje zaščitnih ovir (redko možno izpeljati zaradi procesa dela, saj ovira gibanje zaposlenega);
- osebna zaščitna oprema – magnetno polje pri nizkofrekvenčnih elektromagnetnih sevanjih nemoteno prehaja skozi različne ovire (razen skozi feromagnetni material) in ga je praktično nemogoče uklanjati. Pri visokofrekvenčnih elektromagnetnih sevanjih (predvsem velja za sevanja nad 90 MHz in višje) obstajajo zaščitne tkanine



Slika 5: Visokofrekvenčni osebni dozimeter



Slika 6: Nizkofrekvenčni osebni dozimeter

z metaliziranimi vlakni (od 1 % do 10 % jeklenih vlaken v tkanini), ki zelo učinkovito znižujejo raven visokofrekvenčnih elektromagnetnih sevanj (tudi do 20-krat);

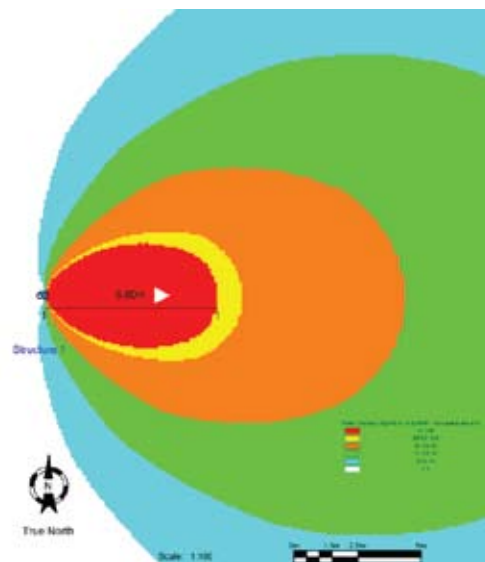
- nošnja osebnega dozimetra.

4 Zaključek

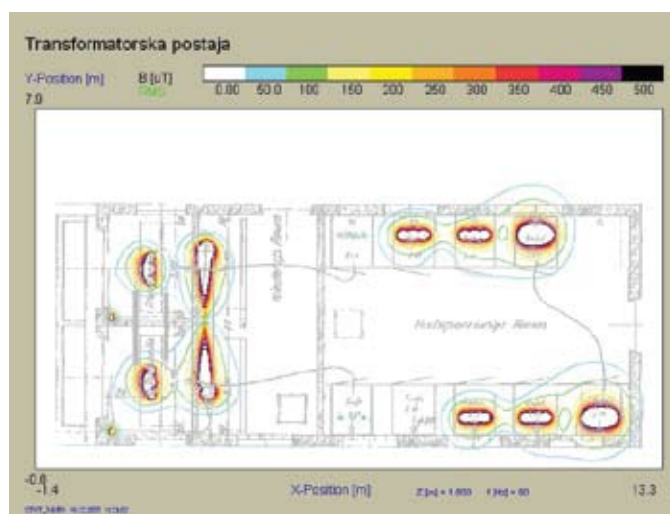
Kot je bilo že uvodoma povedano, obvladovanje tveganj na področju elektromagnetnih sevanj zahteva precej interdisciplinarnih znanj s področij elektrotehnike, medicine in varstva pri delu. Trenutno stanje v svetu je takšno, da je tehnično področje korak ali dva pred področjem medicine in poznavanjem vplivov elektromagnetnih sevanj na zdravje zaposlenih.

Kljub temu da Svetovna zdravstvena organizacija (v okviru medicinskih študij, ki jih večinoma financira industrija) v okviru ICNIRP (Mednarodna organizacija za varstvo pred neionizirajočimi sevanji) in posledično evropske direktive predpisuje mejne vrednosti v delovnem okolju (te so se od prvega osnutka evropske direktive I. 2004 do sprejetja nove leta 2013 občutno povišale), priporočamo dodatne previdnostne

Slika 7: Sevanje antene na antenskem stolpu



Slika 8: Elektromagnetna polja v okolici transformatorske postaje



ukrepe, če jih je možno izpeljati. Samo tehnično znanje in obstoj merilne opreme niti nista vprašljiva, vprašanje je le smiselnost nakupa določene merilne opreme, ki je povezano s tem, kaj se komercialno izplača meriti. Veliko bolj pod vplivom je medicinska stroka, ki proučuje le posamezne učinke vpliva elektromagnetnih sevanj na zdravje zaposlenih. Študije vpliva različnih sinergijskih učinkov najverjetneje niti ni možno izvesti, saj na zdravje posameznika vpliva veliko število različnih parametrov (hrup, mi-

kroklima, prehranjevalne navade, ukvarjanje s športom, kajenje itd.).

Ravno s tega vidika na ZVD Zavodu za varstvo pri delu priporočamo dodatne previdnostne ukrepe, tudi če mejne vrednosti elektromagnetnih sevanj niso bile presežene. Za zaključek je treba povedati, da so izkušnje s slovenskimi delodajalci vseeno pozitivne in da v veliki meri upoštevajo naša priporočila.